

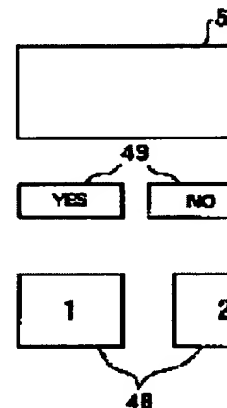
METHOD AND DEVICE FOR TIME COMPRESSION AND EXPAN WAVEFORM DATA

Patent number: JP10282963
Publication date: 1998-10-23
Inventor: KATAYAMA HIROSHI
Applicant: ROLAND CORP
Classification:
- international: G10H7/00
- european:
Application number: JP19970088259 19970407
Priority number(s):

Abstract of JP10282963

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce influence affected to sound quality of a reproduced waveform caused at the joints of a waveform block of a reproduced waveform by deciding length of a divided waveform block based on music performance timing information of waveform data.

SOLUTION: When any of waveform selecting switches 46 is pressed pressing a stretch indication switch 44, a control parameter for processing in which a reproducing time of a selected voice waveform is lengthened or shortened is set, and a state in which compression/expansion processing can be performed is made. In compression/expansion processing of a voice waveform, an original waveform is divided into plural waveform blocks, divided waveform blocks are rearranged, cross-fade processing is performed in waveform blocks, and a reproduced waveform in which a reproducing time is lengthened is made. Therefore, length of a waveform block cutting a voice waveform is decided based on music performance information stored in a voice waveform. Thus, joints of waveform blocks can be arranged regularly for music performance timing of the original voice waveform.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-282963

(43) 公開日 平成10年(1998)10月23日

(51) Int.Cl.⁴
G10H 7/00

識別記号

F I
G10H 7/00

511M

審査請求 未請求 請求項の数3 OL (全8頁)

(21) 出願番号 特願平9-88259

(22) 出願日 平成9年(1997)4月7日

(71) 出願人 000116068

ローランド株式会社

大阪府大阪市北区堂島浜1丁目4番16号

(72) 発明者 片山 弘

大阪府大阪市北区堂島浜1丁目4番16号

ローランド株式会社内

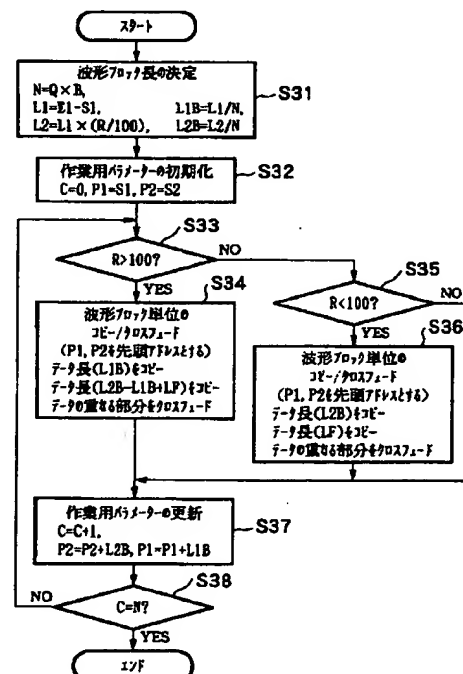
(74) 代理人 弁理士 小林 隆夫 (外1名)

(54) 【発明の名称】 波形データの時間圧縮伸張方法および装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は波形データの再生時間を圧縮／伸張する波形データの時間圧縮伸張方法および装置に関し、再生波形の波形ブロックのつなぎ目部分で生じる異音が再生波形の音質に与える影響を低減させることを目的とする。

【解決手段】 波形データを時系列に複数の波形ブロックに分割し、波形データを時間圧縮する場合は該波形ブロックの一部を削除して長さを短くし、時間伸張する場合は該波形ブロックの一部を重複させて長さを長くしてから該複数の波形ブロックを再配置することで波形データの時間圧縮／伸張を行う波形データの時間圧縮伸張方法において、該分割する波形ブロックの長さを該波形データの演奏タイミング情報（音声波形のテンポや拍子、拍数）に基づいて決めるようにした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 波形データを時系列に複数の波形ブロックに分割し、波形データを時間圧縮する場合は該波形ブロックの一部を削除して長さを短くし、時間伸張する場合は該波形ブロックの一部を重複させて長さを長くしてから該複数の波形ブロックを再配置することで波形データの時間圧縮／伸張を行う波形データの時間圧縮伸張方法において、
該分割する波形ブロックの長さを該波形データの演奏タイミング情報に基づいて決めるようにした波形データの時間圧縮伸張方法。

【請求項2】 波形データを記憶した記憶手段と、該波形データの演奏タイミング情報に基づいて分割の長さを決定して該波形データを複数の波形ブロックに分割する分割手段と、
波形データを時間圧縮する場合は該波形ブロックの一部を削除して長さを短くし、時間伸張する場合は該波形ブロックの一部を重複させて長さを長くしてから該複数の波形ブロックを再配置する圧縮伸張手段とを備えた波形データの時間圧縮伸張装置。

【請求項3】 該演奏タイミング情報は該記憶手段に波形データと共に記憶されており、該分割手段は該演奏タイミング情報を該記憶手段から読み出して該分割する波形ブロックの長さを決定するものである請求項2記載の波形データの時間圧縮伸張装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は波形データの再生時間を圧縮／伸張する波形データの時間圧縮伸張方法および装置に関する。

【0002】 サンプラー等の編集機能の一つにタイム・ストレッチがある。このタイム・ストレッチは波形データの指定した範囲を任意の再生時間に圧縮したり伸張したりする機能であり、元となる音声波形を任意の長さの波形ブロックに切り出して、再生時間を長くしたり短くする割合に応じて、波形ブロックの一部を、伸張時には二度読みし、圧縮時には読み飛ばして、前後の波形ブロックを一部重ね合わせてつなげ、その重ね合わせる部分をクロスフェード処理することにより行われる。

【0003】 図9には波形データの再生時間の圧縮／伸張方法の概要を示す。図9(a)は元の音声波形（以下、原波形という）の長さL1を新しい音声波形（以下、再生波形という）の長さL2に伸ばす（伸張）場合、図9(b)は原波形の長さL1を再生波形の長さL2に短くする（圧縮）場合を示している。

【0004】 まず、図9(a)を参照して原波形の再生時間を伸張する場合について説明する。L01～L03（以下、総称したL0と記する）の重なった部分を有する原波形の波形ブロックLB1～LB4を下段のような配置して、それぞれの波形ブロック間をクロスフェード

でつないで、原波形の長さL1を時間伸張してL2となった再生波形を生成している。この時間伸張した再生波形は原波形の前記L0の部分を重複して使用していることになる。

【0005】 次に、図9(b)を参照して原波形の再生時間を圧縮する場合について説明する。LD1～LD4（以下、総称してLDと記する）の読み飛ばした部分を除いた原波形の波形ブロックLB1～LB4を下段のように配置して、それぞれの波形ブロック間をクロスフェードでつないで、原波形の長さL1を時間圧縮してL2となった再生波形を再生している。この時間圧縮した再生波形は原波形の前記LDの部分を削除して使用していることになる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 再生波形の波形ブロックのつなぎ目部分では、通常、上述したように波形が不連続となる部分をクロスフェードするが、このクロスフェードする際には、そのクロスフェード部分では音声波形のフェージング（位相の変化）が起こり、これが聴感上、異音となって聴こえる。この異音は再生ブロックの長さの周期で周期的に繰り返され、その周期は音声波形のもつリズムと何ら相関がないため、再生された音声に対して目立ち、聴感上再生波形の音質に好ましくない影響を与える。

【0007】 本発明はかかる問題点に鑑みてなされたものであり、再生波形の波形ブロックのつなぎ目部分で生じる異音が再生波形の音質に与える影響を低減させることを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】 上述の課題を解決するために、本発明に係る波形データの時間圧縮伸張方法では、波形データを時系列に複数の波形ブロックに分割し、波形データを時間圧縮する場合は該波形ブロックの一部を削除して長さを短くし、時間伸張する場合は該波形ブロックの一部を重複させて長さを長くしてから該複数の波形ブロックを再配置することで波形データの時間圧縮／伸張を行う波形データの時間圧縮伸張方法において、該分割する波形ブロックの長さを該波形データの演奏タイミング情報（音声波形のテンポや拍子、拍数）に基づいて決めるようにしたものである。

【0009】 また本発明に係る波形データの時間圧縮伸張装置は、波形データを記憶した記憶手段と、該波形データの演奏タイミング情報（音声波形のテンポや拍子、拍数）に基づいて分割の長さを決定して該波形データを複数の波形ブロックに分割する分割手段と、波形データを時間圧縮する場合は該波形ブロックの一部を削除して長さを短くし、時間伸張する場合は該波形ブロックの一部を重複させて長さを長くしてから該複数の波形ブロックを再配置する圧縮伸張手段とを備える。

【0010】 上記の時間圧縮伸張装置は、上記の演奏タ

イミング情報が該記憶手段に波形データと共に記憶されており、該分割手段が該演奏タイミング情報を該記憶手段から読み出して該分割する波形ブロックの長さを決定するよう構成できる。

【0011】

【作用】従来の時間圧縮伸張方法では、元となる音声波形から波形ブロックを切り出す長さは、元の音声波形のもつ演奏タイミング（テンポや拍子、拍数）に関係なく決められている。このため、再生波形において波形ブロックのつなぎ目部分で生じる異音は、その発生の周期が音声波形のテンポや拍子に対して全く無関係なものとなり、その結果、その異音が再生された音声に対して目立つものになって聴感上、音声波形の音質を損なう。

【0012】そこで、本発明では、音声波形を切り出す波形ブロックの長さに着目し、波形ブロックの長さを、音声波形の持つ演奏タイミング情報に基づいて決定するようにしている。このようにすると、波形ブロックのつなぎ目は、元の音声波形の演奏タイミングに対して規則的にすることができ、よって再生波形の波形ブロックのつなぎ目部分で異音が生じて、その異音は音声波形のリズムと相関があるため聴感上余り目立たなくなる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。図1は本発明にかかる時間圧縮伸張装置を搭載した音声波形処理装置のブロック構成を示す図である。この実施例装置では、音楽的タイミング情報（テンポや拍子、拍数など）をもとに音声波形を複数の波形ブロックに切り出す長さを決定し、音声波形の再生時間を長くしたり短くしたりする。

【0014】図1において、CPU1は音声波形の再生時間を長くしたり短くしたりする処理や、装置全体の処理を行う。ROM2は装置全体の制御プログラムと音声波形の再生時間を長くしたり短くしたりする処理のための後述の制御プログラムが格納される。RAM3は音声波形のデータやCPU作業用のデータが格納される。操作部4と表示部5は装置全体の制御をするパラメータを確認したり入力するためのものである。A/D変換器6とD/A変換器7は音声波形の入出力を行うためのものである。

【0015】図2には実施例装置の操作を行うためのパネルの構成例である。図2において、50は表示部5の表示画面である。42は制御パラメータの値を設定する際に使用するロータリーエンコーダ、43は操作を実行したり中止するためのボタンスイッチ、44は音声波形の再生時間を長くしたり短くしたりする処理を指示するためのストレッチ指示スイッチ、45は制御パラメータの種類を選択するためのパラメータ選択スイッチである。46は音声波形を発音させ確認するための波形選択スイッチであり、RAM3に各スイッチ対応に予め用意された音声波形データを選択できる。

【0016】これらの操作子による操作法を説明する

と、ストレッチ指示スイッチ44を押しながら、波形選択スイッチ46のどれかを押すと、その選択した音声波形の再生時間を長くしたり短くしたりする処理のための制御パラメータを設定し、圧縮／伸張処理を実行できる状態になる。制御パラメータは表示画面50に表示され、その種類はパラメータ選択スイッチ45を操作することで切り換えられる。表示画面50に表示された制御パラメータはロータリーエンコーダ42を用いてその値を任意に設定することができる。ロータリーエンコーダ42で設定できる制御パラメータは、波形選択スイッチ46に割り当てた音声波形データ、音声波形データの再生範囲（波形データのスタートアドレスS1とエンドアドレスE1）、音声波形データの拍数B、音声波形の再生時間を長くしたり短くしたりする圧伸割合R、1拍あたりに切り出す波形ブロックの数Qなどがある。

【0017】以下、図3、図4のフローチャートを参照して本実施例装置の動作を説明する。図3は、音声波形の再生時間を長くしたり短くするためのパネル処理の流れを示すフローチャートである。このパネル処理ルーチンは実施例装置のメインルーチンにおける、パネル上の操作子の状態を監視するためのルーチンであり、ストレッチ指示スイッチ44を押しながら波形選択スイッチ46のどれかを押したときに呼び出されて実行される。なお、以降の説明では再生時間を長くしたり短くする元の音声波形を原波形、再生時間を長くしたり短くして作り出された音声波形を再生波形と呼んで説明を行う。

【0018】まず、制御パラメータの設定を行う（ステップS1）。制御パラメータの設定では、ストレッチ指示スイッチ44と共に押された波形選択スイッチ46に割り当てられている原波形に対して、拍数B（単位：拍）、再生時間を長くしたり短くしたりする圧伸割合R（単位：%）、1拍あたりに切り出す波形ブロックの数Q（単位：個／拍）を操作子を用いて設定する。なお、ここでは、原波形の拍数Bの代わりにテンポTempを設定したり、圧伸割合Rの代わりに再生波形のテンポTempを設定するようにしてもよい。

【0019】制御パラメータの設定処理が終わると、表示画面50に「処理を実行しますか」の案内文が表示される（ステップS2）。ボタンスイッチ43で「YES」を選択するとステップS3の圧縮／伸張処理が実行され、「NO」を選択するとメインルーチンに戻る。

【0020】ステップS3の音声波形の圧縮／伸張処理では、原波形を複数の波形ブロックに分割し、分割した波形ブロックを再配置して、波形ブロック間にクロスフェード処理をし、再生時間を長くしたり短くした再生波形を作り出す。この圧縮／伸張処理の詳細については後述する。

【0021】圧縮／伸張処理が終了したら、表示画面50に再生波形を保存するかどうかを問う案内文「新しい音声波形を割り当てますか？」が表示される（ステップ

S4)。ボタンスイッチ43で「YES」を選択すると、原波形が割り当てられていた波形選択スイッチ46に、再生波形が割り当てられる(ステップS5)。「NO」を選択した場合には、再生波形は波形選択スイッチ46に割り当てられることなく処理が終了されて、メインルーチンに戻る。

【0022】次に、音声波形の圧縮／伸張処理を図4の圧縮／伸張処理ルーチンのフローチャートと、図5、図6の圧縮／伸張処理のタイムチャートを参照して説明する。ここで、図5は原波形を複数のブロックに分割し、それぞれの波形ブロックを再配置／クロスフェードすることで時間伸張するやり方を、また図6は時間圧縮するやり方を示したものである。図4の圧縮／伸張処理ルーチンでは、図3のパネル処理ルーチンにおいて設定した制御パラメータと、原波形データの再生範囲(波形データのスタートアドレスS1とエンドアドレスE1)を用いて、原波形を複数の波形ブロックに分割し、それらの分割した波形ブロックを時系列に再配置して、波形ブロック間にクロスフェード処理を行い、原波形の再生時間を長くしたり短くしたりする。

【0023】まず、波形ブロック長の決定を行う(ステップS31)。波形ブロック長の決定処理では、波形ブロックの分割数N、原波形の長さL1、原波形の波形ブロックの長さL1B、再生波形の長さL2、再生波形の波形ブロックの長さL2Bの5つのパラメータの値を自動的に決定する。以下、これらの決定の仕方を説明する。

【0024】原波形を複数の波形ブロックに分割する数N(単位:個)は、拍数B(単位:拍)と、1拍あたりに切り出す波形ブロックの数Q(単位:個/拍)を用いて、

$$N = Q \times B$$

を計算することで求める。これにより、波形ブロックの分割数Nに音声波形の音楽的タイミング情報が反映されることになる。

【0025】原波形の長さL1(単位:サンプル)は、波形データのエンドアドレスE1とスタートアドレスS1を用いて、

$$L1 = E1 - S1$$

を計算することで求める。

【0026】原波形を複数の波形ブロックに切り出すときの波形ブロックの長さL1B(単位:サンプル)は、

$$L1B = L1 / N$$

を計算することで求める。この波形ブロックの長さL1Bは、原波形における任意の長さの「音符」に対応するものになる。例えば、4分音符の長さを1拍とすると、波形ブロックの長さL1Bは、原波形の4分音符の長さの1/Q、つまり整数分の1の長さになる。

【0027】再生波形の長さL2は、原波形の長さL1と再生時間の圧伸割合Rを用いて、

$$L2 = L1 \times (R / 100)$$

を計算することで求める。

【0028】再生波形を原波形と同様に、複数の波形ブロックに分割するときの波形ブロックの長さL2Bは、

$L2B = L2 / N$ を計算することで求める。この波形ブロックの長さL2Bは、再生波形における任意の長さの「音符」に対応するものになる。例えば、4分音符の長さを1拍とすると、波形ブロックの長さL2Bは、原波形の4分音符の長さの1/Q、つまり整数分の1の長さになる。

【0029】波形ブロックの決定処理が終了したら、作業用パラメータの初期化を行う(ステップS32)。この初期化処理では、カウンタC、ポインタP1、P2の3つのパラメータの初期化をする。

【0030】まず、波形ブロックを処理するカウンタCの値を「0」にする。このカウンタCは再生波形を作り出す処理において、一つの波形ブロックについて再配置とクロスフェード処理を行う毎に一つ増加するもので、全ての波形ブロックを処理した時にカウンタCの値は

「N」になる。

【0031】原波形が格納してあるメモリ領域の先頭アドレスS1をポインタP1にセットする。また再生波形が格納されるメモリ領域の先頭アドレスS2をポインタP2にセットする。これらのポインタP1、P2は、音声波形上で現在作業中の波形ブロックの先頭アドレスを示すことになる。

【0032】次に、音声波形の圧伸割合Rを調べて、音声波形の伸張処理を行うのか、圧縮処理を行うのか、あるいは圧縮／伸張を行わないのかを判定する(ステップS33、S35)。R>100であれば伸張処理、R<100であれば圧縮処理、そのいずれでもなければ圧縮／伸張は行わないと判定する。以下、伸張処理と圧縮処理について詳細に説明する。

【0033】R>100すなわち伸張処理では、原波形の再生時間を長くする処理を行う(ステップS34)。まず、原波形が格納してあるアドレス上のポインタP1の位置から長さL1Bにわたる波形ブロックのデータを読み出し、これを再生波形が格納されるメモリ領域にそのアドレス上のポインタP2の位置から長さL1Bにわた

りコピー(書込み)する。

【0034】さらに、原波形の二度読み部分(図9で説明した長さLQの部分)を読み出して、上記コピーされた波形ブロックデータの末尾側にクロスフェードしながらつなげる。具体的には、原波形ブロックのポインタP1から(L1B×2-L2B-LF)の位置、つまり

[P1+(L1B×2-L2B-LF)]の位置から長さ(L2B-L1B+LF)分の波形データを読み出し、その波形データを、コピーされた波形ブロックの終わりの部分から長さLFだけ手前のアドレス位置、つまり(P2+L1B-LF)の位置から長さ(L2B-L

1B+LF)分にわたりコピーし、そのコピーの際に、波形データが重なるクロスフェード部分(長さLF)をクロスフェード処理する(ステップS34)。この波形データの重なるクロスフェード部分の長さLF(単位:サンプル)は、システムに応じて所定の一定値に決定されている。

【0035】この伸張処理を図5で説明すると、原波形上で任意の長さの「音符」に対応する波形ブロック(長さL1B)が、再生波形上で任意の長さの「音符」に対応する波形ブロック(長さL2B)になるように、原波形の波形ブロック(長さL1B)の一部、すなわち原波形の波形ブロックの後端から手前に長さLO=(L2B-L1B+LF)の部分(10)を二度読みし、この二度読みした部分の前端部分を原波形の波形ブロックの後端部分に長さLFだけ重ね合わせて、その重ね合わせ部分(長さLF)をクロスフェード処理する。

【0036】一方、 $R < 100$ すなわち音声波形の圧縮処理の場合(ステップS35)、音声波形の再生時間を短くする処理を行う(ステップS36)。まず、原波形を格納してあるアドレス上のポインタP1の位置から長さL2Bの波形ブロックのデータを、再生波形が格納されるメモリ領域にそのアドレス上のポインタP2の位置から長さL2Bにわたりコピーする。

【0037】さらに、原波形の格納されているアドレス上のポインタP1から長さL1B分の波形ブロック・データについて、ポインタP1から(L1B-LF)の位置、つまり(P1+(L1B-LF))の位置から長さLF分の波形データを、上記でコピーした波形ブロックの後端部分からクロスフェード長LF分だけ手前の位置、つまり(P2+L2B-LF)の位置から、クロスフェード長LFにわたりコピーし、その際、波形データの重なるクロスフェード部分(長さLF)をクロスフェード処理する(ステップS36)。

【0038】この圧縮処理を図6を参照して説明すると、原波形上で任意の長さの「音符」に対応する波形ブロック(長さL1B)が、再生波形上で任意の長さの「音符」に対応する波形ブロック(長さL2B)になるように、原波形の波形ブロック(長さL1B)の一部(長さL1B-L2B)を読み飛ばし、さらに原波形の波形ブロック(長さL1B)の後端から手前にクロスフェード長LFの部分を読み出し、この読み出した部分を再生波形の波形ブロック(長さL2B)の後端側の長さLFの部分に重ね合わせ、その重ね合わせた部分をクロスフェード処理する。なお、先の図9(b)の読み飛ばし部の長さLDを図6で示すと、 $LD = (L1B - L2B - LF)$ に対応する。

【0039】音声波形の圧縮/伸張処理が終わったら、作業用パラメータの更新を行う(ステップS37)。すなわち、ポインタP1を長さL1B分増加させ、またポインタP2を長さL2B分増加させる。その後、カウ

タCを一つ増加させる。そしてこのカウンタCの値が「N」になるまで処理を繰り返し、値が「N」になれば処理を終了する(ステップS38)。これにより、原波形の再生時間を長くしたり短くしたりした再生波形が作り出される。

【0040】本発明の実施にあたっては種々の変形形態が可能である。例えば、上述の実施例において、パネル処理ルーチンのステップS1では、拍数B、再生時間の圧伸割合R、1拍あたりに切り出す波形ブロックの数Qを全て、操作子を用いて設定するようにしているが、拍数Bは波形データとして波形の振幅データと共に記憶していてもよい。また、1拍あたりに切り出す波形ブロックの数Qは定数として予め演算に含ませておいてもよい。このようにしておくと、ユーザは再生時間を長くしたり短くしたりするにあたり圧伸割合Rのみを設定すればよくなる。この場合、前記パネル処理ルーチンのステップS1は図7に示すフローに置き換える。すなわち、音声波形データを記憶する記憶手段から拍数Bを読み出して制御パラメータの拍数Bとし(ステップS11)、制御パラメータの圧伸割合Rには操作子で入力した割合(%)を設定する(ステップS12)。

【0041】また、波形データとしてテンポ情報(拍数/分)を記憶しているものもあり、この場合には、図3のパネル処理ルーチンのステップS1を図8に示すフローに置き換えればよい。すなわち、記憶手段から波形データのテンポ情報Tempを読み出し、テンポ情報Temp(拍数/分)に波形長(分)を乗算して拍数Bを算出する(ステップS14)。波形データのスタートアドレスとエンドアドレスからメモリ容量をアドレス長として得る。予め波形データのサンプリング周波数が分かっているため、そのサンプリング周波数から前記アドレス長を時間(分)として変換することができる。この場合も、ユーザは再生時間を長くしたり短くする場合には、圧伸割合Rのみを設定すればよい(ステップS15)。

【0042】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明によれば、再生波形の波形ブロックのつなぎ目部分で生じる異音が目立たなくなり、再生波形の音質に与える好ましくない影響を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る波形データの時間圧縮伸張装置を搭載した音声波形処理装置のブロック構成を示す図である。

【図2】実施例装置のパネルの構成例を示す図である。

【図3】実施例装置で実行されるメインルーチンにおけるパネル処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図4】実施例のパネル処理ルーチンにおける時間圧縮/伸張処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図5】実施例における波形データの時間伸張の様子を示すタイムチャートである。

9

10

【図6】実施例における波形データの時間圧縮の様子を示すタイムチャートである。

【図7】本発明の他の実施例における変更部分のフローチャートである。

【図8】本発明のまた他の実施例における変更部分のフローチャートである。

【図9】従来の時間圧縮／伸張方法を説明する図である。

【符号の説明】

1 CPU (中央処理装置)

2 ROM (リード・オンリー・メモリ)

3 RAM (ランダム・アクセス・メモリ)

4 操作子

5 表示部

6 A/D変換器

7 D/A変換器

42 ロータリ・エンコーダ

43 ボタンスイッチ

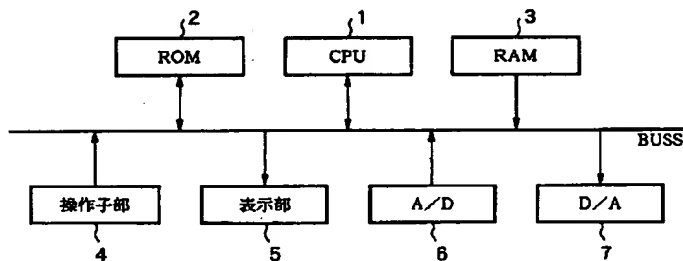
44 ストレッチ指示スイッチ

45 パラメータ選択スイッチ

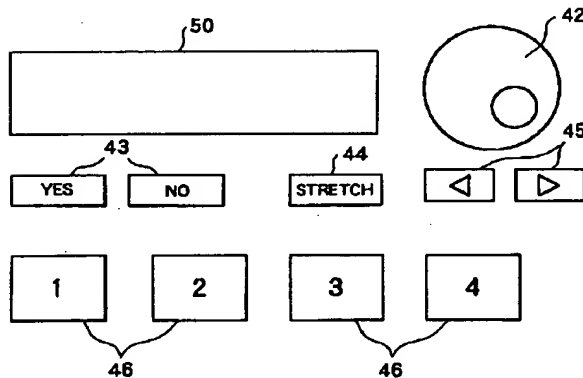
10 46 波形選択スイッチ

50 表示器の表示画面

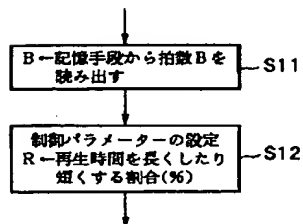
【図1】



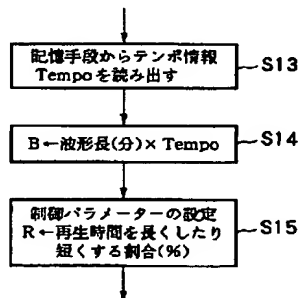
【図2】



【図7】

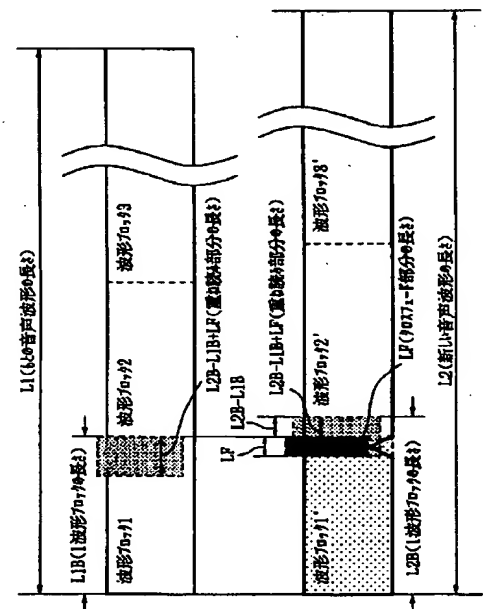


【図8】

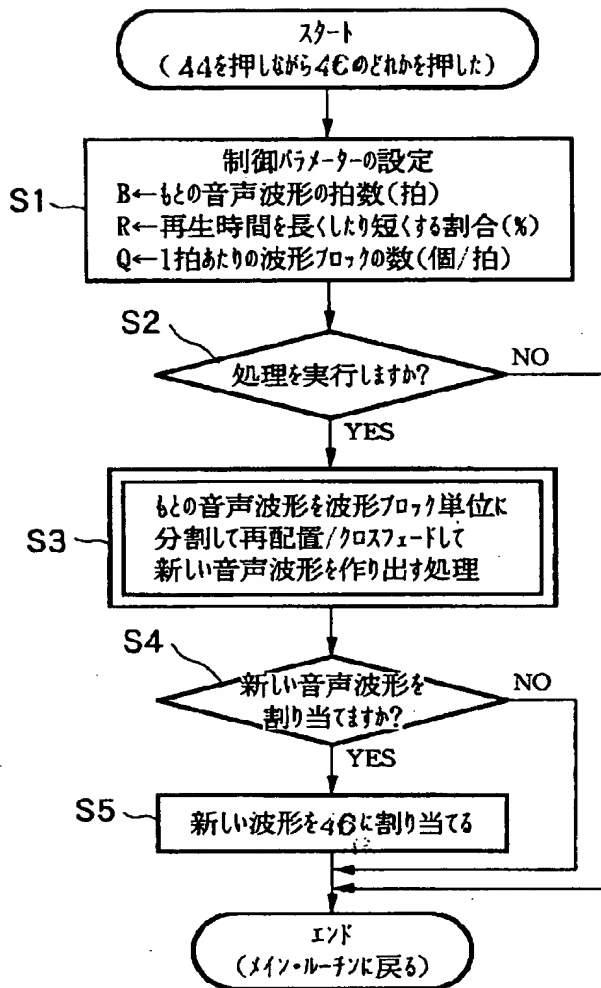


【図5】

再生時間を長くするとき

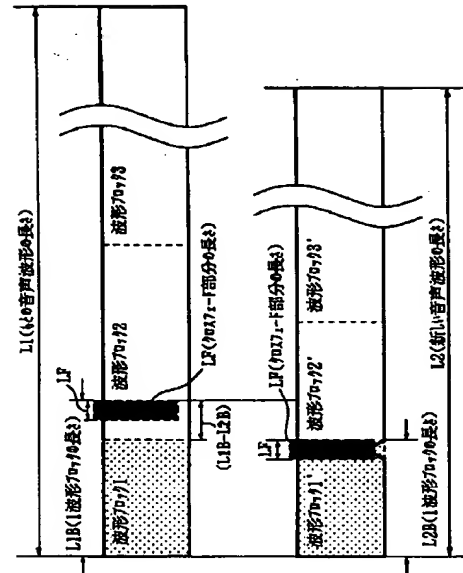


【図3】

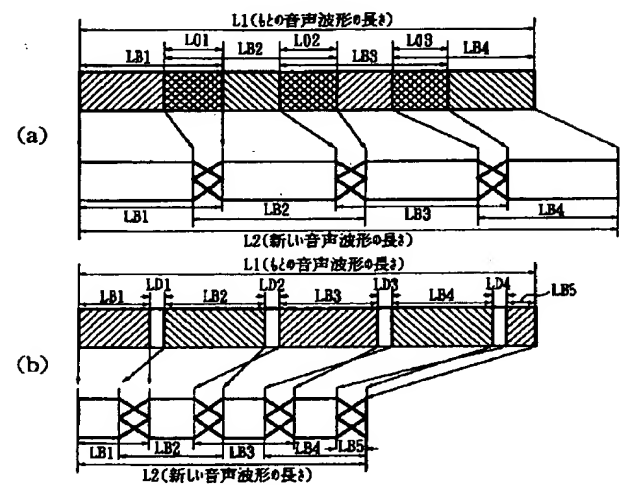


【図6】

再生時間を短くするとき



【図9】



【図4】

